



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Pat ntschrift**  
⑩ **DE 101 53 854 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 25 J 11/00**  
B 23 Q 1/44

②① Aktenzeichen: 101 53 854.5-15  
②② Anmeldetag: 2. 11. 2001  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 6. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE;  
Metrom Mechatronische Maschinen GmbH i.G.,  
80636 München, DE

⑦④ **Vertreter:**

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München

⑦② **Erfinder:**

Schwaar, Claudia, 09232 Hartmannsdorf, DE;  
Neugebauer, Reimund, 01462 Niederwartha, DE;  
Schwaar, Michael, 09232 Hartmannsdorf, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

US 45 69 627 A

⑤④ **Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung zur fünfsichtigen Bewegung und/oder Positionierung eines Objektes, mit einem Objektträger und fünf Koppelgliedern, welche den Objektträger in einem Gestell abstützen, wobei vier oder fünf Koppelglieder jeweils mittels einer ersten Gelenkanordnung mit jeweils zwei Freiheitsgraden und das entsprechend weitere der fünf Koppelglieder mittels einer zweiten Gelenkanordnung mit einem Freiheitsgrad mit dem Objektträger verbunden sind.

DE 101 53 854 C 1

DE 101 53 854 C 1

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung mit einer fünfsichtigen Bewegung und/oder Positionierung eines Objektes.

[0002] Die vorliegende Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung ist insbesondere bei Maschinen, welche ein Objekt in fünf Freiheitsgraden bewegen, wie beispielsweise Werkzeugmaschinen, Bearbeitungsmaschinen sowie Maschinen zur Montage und Handhabung, einsetzbar.

[0003] Bekannte Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtungen nutzen häufig Anordnungen mehrerer miteinander verbundener und aufeinander aufbauender Bewegungsplattformen mit einem seriellen Aufbau entsprechender Bewegungsachsen der Bewegungsplattformen. Derartige serielle Anordnungen sind beispielsweise bei konventionellen Werkzeugmaschinen mit zwei Bewegungsplattformen realisiert, wobei die Antriebsachsen einer solchen konventionellen Werkzeugmaschine aufeinander aufbauen. Dies bedeutet, dass eine erste Achse eine nachfolgende, meist orthogonale zur ersten Achse angeordnete zweite Achse mitträgt.

[0004] In derartigen Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtungen mit seriellen Anordnungen sind folglich zur Realisierung von fünfsichtigen Bewegungen in der Regel auch fünf eigenständige Antriebe erforderlich.

[0005] Bei seriellen Anordnungen ist es ausgehend von den vorstehenden Ausführungen notwendig, bei einer Bewegung bzw. Positionierung eines Objektes eine kombinierte Masse aller hintereinander geschalteter Bewegungsplattformen gemeinsam zu bewegen. Angewandt auf die einzelnen Antriebe der Bewegungsplattformen bedeutet dies, dass von den jeweiligen ersten Antrieben einer Antriebskette die größten Massen bewegt werden müssen und dass die einzelnen Antriebe einer Antriebskette jeweils unterschiedliche Massen bewegen. Dementsprechend weisen derartige Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtungen eine geringe Dynamik bei der Bewegung bzw. Positionierung auf. Zudem werden eventuell auftretende Bewegungs- bzw. Positionierungsfehler durch die gekoppelte Bewegung der Bewegungsplattformen zueinander bei der Bewegung und/oder Positionierung aufsummiert. Weiterhin weisen derartige serielle Anordnungen eine geringe Anzahl an gleichartigen Bauteilen, also Wiederholungsbauteilen auf, wodurch eine Modularisierung nur eingeschränkt möglich ist.

[0006] Als Alternative bieten sich Parallelkinematiken an. Hierzu zählen auch die allgemein als Hexapode bezeichneten Bewegungs- und/oder Positionierungsvorrichtungen, welche sechs Führungsketten, welche auch als Streben bezeichnet werden, mit jeweils fünf Gelenkfreiheitsgraden aufweisen, wobei in der Regel eine Drehung der Streben (Führungsketten) um ihre eigene Längsachse verhindert ist. Dementsprechend weisen die Streben jeweils ein Gelenk mit drei Freiheitsgraden und ein weiteres Gelenk mit zwei Freiheitsgraden auf, wobei ein Gelenk pro Führungskette als Antrieb ausgeführt ist. Der Antrieb der Führungsketten ist als Dreh- oder Schubantrieb ausgebildet, welcher in einem Gestell gelagert oder in die Führungskette integriert ist.

[0007] Somit besitzen derartige Hexapode getriebetechnisch sechs Bewegungsfreiheitsgrade. Da ein zu bewegender bzw. zu positionierender Körper grundsätzlich sechs Freiheitsgrade besitzt, werden auch sechs Antriebe benötigt, um alle sechs Freiheitsgrade zu beeinflussen. Die meisten Bearbeitungsmaschinen benötigen jedoch nur fünf steuerbare Freiheitsgrade. Das trifft z. B. für eine Fräsmaschine zu, bei welcher der sechste Freiheitsgrad die Drehung um die Achse der Frässpindel darstellt.

[0008] Ein Nachteil bekannter Hexapoden besteht also

darin, dass zu einer Erzeugung von fünf gesteuerten Freiheitsgraden sechs Antriebe verwendet werden müssen.

[0009] Ein weiterer Nachteil von Hexapoden ergibt sich durch den aufgrund der sechs Führungsketten stark eingeschränkten Arbeitsraum, welcher sich letztlich durch die Begrenzungen der Schwenkwinkel an einem zu bewegendem Objekt bzw. einem zu bewegendem Objektträger ergibt. Grundsätzlich gilt, dass mit einer steigenden Anzahl an eingesetzten Führungsketten, also einer Gesamtzahl an eingesetzten Streben, welche ein Objekt bzw. einen Objektträger mit dem Gestell verbinden, ein zur Verfügung stehender Arbeitsraum verkleinert wird, da größere Kollisionsbereiche zwischen den Führungsketten diesen Arbeitsraum einschränken.

[0010] Bekannt sind weiterhin Anordnungen zur Erzeugung fünfsichtiger Bewegungen mit fünf Antrieben, welche gemischt parallel und seriell angeordnet sind. Dabei wurde vorgeschlagen, drei längenveränderliche Führungsketten (nachfolgend auch als Streben bezeichnet) zwischen einem Gestell und einem Objektträger parallel anzuordnen. Mit den zugehörigen Antrieben wird eine Bewegung aller fünf Achsen realisiert, wobei diese Achsen jedoch nicht getrennt steuerbar sind. Zum Ausgleich von notwendigerweise auftretenden Schwenkbewegungen weist der Objektträger zwei weitere seriell angeordnete Schwenkachsen auf.

[0011] Ein Nachteil einer derartigen Anordnung besteht darin, dass die seriell angeordneten Schwenkachsen, welche für alle Bewegungen im Raum aktiv sein müssen, eine Dynamik der Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung begrenzen. Zudem ist die erhöhte Masse nachteilig, welche die Antriebe der längenveränderlichen Streben bewegen müssen.

[0012] In der US 4,569,627 wird eine Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung vorgeschlagen, bei der ausschließlich drei Streben zur Anbindung des Objektträgers an das Gestell verwandt sind. Diese drei Streben sind in ihrer Länge steuerbar. Zudem können zwei der drei Streben eine Torsionsbewegung ausführen.

[0013] Ein wesentlicher Nachteil dieser Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung besteht in der Belastung der Streben in Torsions- bzw. Biegerichtung. Da die als Streben ausgebildeten Stäbe zwar eine hohe Längssteifigkeit aufweisen, in Torsions- und Biegerichtung aber sehr nachgiebig sind, weist die derartige Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung eine begrenzte Gesamtsteifigkeit und eine begrenzte Dynamik auf.

[0014] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung zu schaffen, welche eine hochdynamische Bewegung und/oder Positionierung von Objekten mit fünf Freiheitsgraden ermöglicht.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0016] Die erfindungsgemäße Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung zur fünfsichtigen Bewegung und/oder Positionierung eines Objektes weist einen Objektträger und fünf Koppelglieder, welche den Objektträger in einem Gestell abstützen, auf. Vier der fünf Koppelglieder sind jeweils mittels einer ersten Gelenkanordnung mit jeweils zwei Freiheitsgraden und das entsprechend weitere der fünf Koppelglieder ist mit einer zweiten Gelenkanordnung mit einem Freiheitsgrad mit dem Objektträger verbunden.

[0017] Dementsprechend bildet die erfindungsgemäße Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung eine Parallelkinematik mit fünf Koppelglieder für eine hochdynamische Bewegungs- und/oder Positionierung des Objektes.

[0018] Gegenüber Hexapoden wird bei der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung ein Koppel-

glied (und damit auch ein Antriebsstrang) eingespart. Dadurch wird ein vergleichsweise großer Arbeitsraum und insbesondere auch ein großer Anstellwinkel des Objektträgers sichergestellt. Folglich weist die vorliegende Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung ein vorteilhafteres Verhältnis zwischen notwendigem Bauraum und nutzbarem Arbeitsraum auf.

[0019] Mit der Kombination der ersten und der zweiten Gelenkanordnung am Objektträger wird eine hohe Steifigkeit erreicht. Die für eine derartige hochdynamische Bewegung notwendige Steifigkeit ergibt sich dabei insbesondere dadurch, dass die auf ein Objekt, beispielsweise eine Frässpindel, in einem kartesischen Koordinatensystem in allen drei Koordinatenrichtungen X, Y und Z angreifenden Kräfte ausschließlich als Längskräfte in die Koppelglieder eingeleitet werden. Zudem werden auch Momente, welche in den zwei Schwenkrichtungen am Objekt angreifen, ausschließlich als Längskräfte in die Koppelglieder eingeleitet. Weiterhin wirkt sich die Reduzierung der Anzahl an Freiheitsgraden der zweiten Gelenkanordnung dahingehend aus, dass die Drehung des Objektträgers um eine Längsachse desselben, in die Strebe, welche mittels dieser zweiten Gelenkanordnung mit dem Objektträger verbunden ist, als Biegungs- und/oder Torsionsbelastung eingeleitet wird.

[0020] Die Steifigkeit der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung wird dabei mit vergleichsweise kleinen Massen der Maschinenbauelemente erreicht, wodurch gute dynamische Eigenschaften ermöglicht sind.

[0021] Die erfindungsgemäße Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung weist zudem eine hohe Modularität, also eine hohe Anzahl an Wiederholungsbauteilen auf.

[0022] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung eine erste Art an ersten Gelenkanordnungen mit zwei Gelenkachsen auf, wobei eine der beiden Gelenkachsen mit einer Längsachse des Objektträgers und/oder einer Längsachse des Objektes überlagert ist, und die beiden Gelenkachsen schnittpunktsfrei zueinander angeordnet sind. Bevorzugterweise sind die ersten der beiden Gelenkachsen sämtlicher erster Gelenkanordnungen der ersten Art mit der gleichen Längsachse des Objektträgers und/oder des Objektes überlagert angeordnet. Die beiden Gelenkachsen der ersten Art an ersten Gelenkanordnungen können dabei senkrecht zueinander angeordnet sein. Zudem kann die erste Art an ersten Gelenkanordnungen einen Gelenkring aufweisen, welcher den Objektträger drehbar um die Längsachse des Objektträgers abstützt, wobei der Gelenkring mit dem zugehörigen Koppelglied über ein weiteres Gelenk mit einem Freiheitsgrad, insbesondere ein Schamiergelenk, verbunden ist.

[0023] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die vorliegende Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung eine zweite Art an ersten Gelenkanordnungen mit einem Kardanischen Gelenk, insbesondere einem Kreuzgelenk, mit zwei Gelenkachsen auf, wobei die Gelenkachsen desselben sich in einem Gelenkpunkt schneiden. Dieser Gelenkpunkt der zweiten Art an ersten Gelenkanordnungen kann auf der Längsachse des Objektträgers und/oder der Längsachse des Objektes angeordnet sein.

[0024] Die vorgenannten vier der fünf Koppelglieder können jeweils mittels einer ersten Gelenkanordnung der ersten Art oder jeweils mittels einer ersten Gelenkanordnung der zweiten Art oder mittels ersten Gelenkanordnungen der ersten und der zweiten Art mit dem Objektträger verbunden sein.

[0025] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die zweite Gelenkanordnung einen Gelenkring auf, wobei der Gelenkring den Objektträger drehfest um die Längsachse des Objektträgers und/oder die Längs-

achse des Objektes abstützt und mit dem zugehörigen Koppelglied über ein Gelenk mit einem Freiheitsgrad, insbesondere ein Schamiergelenk, verbunden ist. Insbesondere in diesem Ausführungsbeispiel ist die Modularität der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung hochgradig erfüllt.

[0026] Alternativ kann die zweite Gelenkanordnung ein Gelenk mit einem Freiheitsgrad, insbesondere ein Scharniergelenk, aufweisen, wobei dieses Gelenk das zugehörige Koppelglied unmittelbar mit dem Objektträger verbindet und den Objektträger drehfest um die Längsachse des Objektes abstützt.

[0027] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Koppelglieder jeweils mittels einer Kardanischen Aufhängung mit zwei Freiheitsgraden im Gestell gelagert.

[0028] Gemäß einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Abstand zwischen den einzelnen Kardanischen Aufhängungen und den ersten Gelenkanordnungen und der zweiten Gelenkanordnung längenveränderlich ausgebildet. Dabei können die Koppelglieder als Gewindespindeln ausgebildet sein, wobei die Gewindespindeln in den Kardanischen Aufhängungen jeweils in einer Halteeinrichtung mit Innengewinde, insbesondere einer Mutter, aufgenommen sind, und wobei die Mutter bezüglich einer Längsachse der Gewindespindeln mittels einer Antriebseinrichtung drehbar ist.

[0029] Gleichzeitig oder alternativ zu der Ausbildung der Koppelglieder als Gewindespindeln kann zwischen den ersten Gelenkanordnungen und der zweiten Gelenkanordnung jeweils eine längenveränderliche Einrichtung, insbesondere ein Hubzylinder, angeordnet sein, wobei ein Drehfreiheitsgrad um eine Längsachse des Hubzylinders mittels einer Antriebseinrichtung ermöglicht ist.

[0030] Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Abstand zwischen den einzelnen Kardanischen Aufhängungen und den ersten Gelenkanordnungen oder der zweiten Gelenkanordnung längenunveränderlich ausgebildet, wobei die Kardanischen Aufhängungen jeweils entlang einer Achse im Raum, insbesondere entlang einer Längsachse der Koppelglieder, beweglich angeordnet sind.

[0031] Die erfindungsgemäße Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung ist insbesondere als Bearbeitungsmaschine ausgebildet, wobei das Objekt eine Spindel und der Objektträger ein Spindelgehäuse umfasst.

[0032] Bevorzugterweise weist die vorliegende Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung einen Maschinentisch mit einer weiteren Drehachse, insbesondere zur Aufnahme eines zu bearbeitenden Werkstückes, auf. Die Drehachse des Maschinentisches kann der Längsachse des Objektträgers und/oder der Längsachse des Objektes überlagert sein.

[0033] Durch Hinzufügen einer derartigen weiteren Drehachse, welche im Maschinentisch angeordnet ist, wird insbesondere bei Bearbeitungsmaschinen eine vollständige 5-Seiten-Bearbeitung eines Werkstückes ermöglicht.

[0034] Die erfindungsgemäße Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung kann eine Steuereinheit zur Steuerung der Bewegung und/oder Positionierung des Objektträgers und/oder des Objektes umfassen. Zudem kann die Steuereinheit programmierbar, insbesondere als NC-Steuereinheit, ausgebildet sein. Die NC-Steuereinheit kann genau fünf Programmierachsen enthalten, wobei die NC-Steuereinheit einen Programmbaustein zu einer Erzeugung von sechs Maschinentischen aus den fünf im Programm vorgegebenen Programmierachsen aufweist, und wobei die sechs Maschinentischen den einzelnen Koppelgliedern und der Drehachse des Maschinentisches zuordenbar sind. Der Programmbau-

stein der NC-Steuereinheit kann zu einer Berechnung eines Gütekriteriums und eines Extremwertes für das Gütekriterium vorgesehen sein, wobei mittels des Extremwertes eine Einstellung der Drehachsen des Maschinentisches bestimmbar ist.

[0035] Gemäß einem weiteren besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Gestell als ein Ikosaeder ausgebildet, wobei die Kardanischen Aufhängungen auf ausgewählten Flächen desselben angeordnet sind.

[0036] Weitere bevorzugte Ausführungsbeispiele der Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung sind in den entsprechenden weiteren abhängigen Ansprüchen dargelegt.

[0037] Die Erfindung wird nachstehend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den dazugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0038] Fig. 1 eine schematische räumliche Darstellung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung,

[0039] Fig. 1a eine vergrößerte Darstellung eines Objektträgers nach Fig. 1 mit einer Aufhängung desselben und einem in demselben aufgenommenen Objekt,

[0040] Fig. 2 eine schematische räumliche Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels,

[0041] Fig. 2a eine vergrößerte Darstellung des Objektträgers nach Fig. 2 mit einer Aufhängung desselben und einem in demselben aufgenommenen Objekt,

[0042] Fig. 3 eine schematische räumliche Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels mit einem drehbeweglichen Maschinentisch, und

[0043] Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Draufsicht und zweier Seitenansichten eines Ausführungsbeispiels eines Gestelles der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung.

[0044] In Fig. 1 und 1a ist ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung am Anwendungsfall einer Bearbeitungsmaschine dargestellt. Eine Bearbeitung eines in Fig. 3 gezeigten Werkstückes 11 erfolgt mittels einer Frässpindel 2, welche nachfolgend verallgemeinert als zu bewegendes bzw. zu positionierendes Objekt bezeichnet ist. Die Frässpindel 2 ist in einem rohrförmig ausgebildeten Spindelträger 1 drehbeweglich aufgenommen, wobei der Spindelträger 1 nachfolgend verallgemeinert als Objektträger bezeichnet wird, und wobei Spindelträger 1 (Objektträger) und Frässpindel 2 (Objekt) in diesem Ausführungsbeispiel eine mechanische Einheit bilden. Ein Antrieb und eine Steuerung einer Drehbewegung der Frässpindel 2 kann beispielsweise mittels einer in dem Spindelträger 1 angeordneten (nicht gezeigten) Antriebseinheit erfolgen.

[0045] Eine Längsachse des Objektträgers 1 und eine Längsachse der Frässpindel 2 sind coaxial zueinander angeordnet. Demzufolge stimmt in dem gezeigten Ausführungsbeispiel die Längsachse (Symmetrieachse) des Spindelträgers 1 mit der Längsachse der Spindel (Spindelachse) überein, wobei die vorliegende Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nicht auf diese coaxiale Anordnung der Längsachsen beschränkt ist. Vielmehr kann insbesondere die Längsachse der Frässpindel 2 auch exzentrisch zu der Längsachse des Objektträgers 1 angeordnet sein, ohne dass wesentliche Änderungen der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung notwendig wären.

[0046] In dem in den Fig. 1 und 1a gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Frässpindel 2 im Spindelträger 1 entlang einer als Z-Achse bezeichneten Achse angeordnet, d. h. in der in den Fig. 1 und 1a gezeigten Stellung des Objektträgers 1 stimmt die Längsachse des Objektträgers 1 mit der dargestellten Z-Achse des kartesischen Koordinatensystems

überein. Die Z-Achse bezeichnet dabei die vertikale Achse des kartesischen Koordinatensystems im Raum, wobei diese eine z-Achse im Koordinatensystem des (Maschinen-)Gestells 12 und eine z-Achse im Koordinatensystem des Objektträgers 1 umfassen kann. Die z-Achse im Koordinatensystem des (Maschinen-)Gestells 12 und die z-Achse im Koordinatensystem des Objektträgers 1 sind dabei ausschließlich in der Mittelpunktposition beider Achsen identisch.

[0047] Eine durch die weiteren Achsen des kartesischen Koordinatensystems aufgespannte X,Y-Ebene wird in Fig. 3 durch den Maschinentisch definiert. Der Objektträger 1 und damit auch die Frässpindel 2 wird bezüglich der Z-Achse und in einer zur X,Y-Ebene parallelen Ebene verschwenkt. Eine derartige Schwenkbewegung ist in Fig. 3 dargestellt, wobei der Objektträger 1 in der in Fig. 3 gezeigten Stellung gegenüber der Z-Achse und in einer zur X,Y-Ebene parallelen Ebene verschwenkt ist.

[0048] Der Objektträger 1 durchsetzt in dem in den Fig. 1, 1a und 3 gezeigten Ausführungsbeispiel fünf Gelenkringe 3, 3a, wobei der Objektträger 1 in vier der fünf Gelenkringe 3 drehbeweglich um die Längsachse des Objektträgers 1 aufgenommen ist. Der weitere, fünfte Gelenkring 3a ist fest mit einer rohrförmigen Mantelfläche des Objektträgers 1 verbunden, wodurch derselbe drehfest bezüglich der Längsachse des Objektträgers 1 ist. Für die drehfeste Verbindung kann jede der fünf dargestellten Gelenkscheiben 3, 3a ausgewählt werden. Entscheidend ist lediglich, dass der Objektträger 1 in einem der Gelenkringe 3a drehfest und den entsprechend weiteren Gelenkringen 3 drehbar bezüglich der Längsachse des Objektträgers 1 aufgenommen ist.

[0049] In dem in den Fig. 1 und 1a dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Gelenkringe 3, 3a in zwei Gruppen mit einmal drei und einmal zwei Gelenkringen angeordnet, wobei diese beiden Gruppen in einem größeren Abstand zueinander angeordnet sind. Eine derartige Gruppierung und ein Abstand zwischen derartigen Gruppen kann anhand der konstruktiven Rahmenbedingungen bezüglich des vorhandenen Bauraumes, des notwendigen Arbeitsraumes und des notwendigen Schwenkwinkels gewählt werden.

[0050] Weiterhin ist jeder der fünf Gelenkringe 3, 3a mit einem weiteren Gelenk 4 mit jeweils einem Freiheitsgrad verbunden. Die vier Gelenkringe 3, in denen der Objektträger 1 drehbeweglich um die Längsachse des Objektträgers 1 aufgenommen ist, bilden jeweils mit einem dieser weiteren Gelenke 4 mit einem Freiheitsgrad eine sogenannte erste Gelenkanordnung.

[0051] Diese jeweils aus einem Gelenkring 3 und einem Gelenk 4 bestehende erste Gelenkanordnung weist folglich eine erste Gelenkachse auf, welche mit der Längsachse des Objektträgers 1 zusammenfällt. Die Spindelachse, d. h. die Längsachse des Objektes 2, ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel so angeordnet, dass diese mit eben dieser Gelenkachse der ersten Gelenkanordnung zusammenfällt. Weiterhin fallen die ersten Gelenkachsen sämtlicher erster Gelenkanordnungen mit ein- und derselben Längsachse der Objektträgers 1 zusammen.

[0052] Zudem weist die erste Gelenkanordnung eine zweite Gelenkachse auf, welche mit der Gelenkachse des Gelenkes 4 mit einem Freiheitsgrad zusammenfällt. Die zweiten Gelenkachsen der ersten Gelenkanordnung, also die Gelenkachsen der weiteren Gelenke 4 mit einem Freiheitsgrad, sind dabei senkrecht zur jeweiligen ersten Gelenkachse, also dementsprechend senkrecht zur Längsachse des Objektträgers angeordnet. Zudem sind die ersten und zweiten Gelenkachsen der ersten Gelenkanordnung schnittpunktfrei zueinander angeordnet.

[0053] Die beweglichen Bauteile der Gelenke 4 mit einem

Freiheitsgrad sind fest mit Koppelgliedern 5, welche in den Fig. 1, 1a und 3 gezeigten Ausführungsbeispiel als Gewindestreben ausgebildet sind, verbunden. Folglich weist die vorliegende Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung im gezeigten Ausführungsbeispiel fünf Gewindestreben 5 auf, welche auf der Gestellseite zu einer Halteeinrichtung mit Innengewinde, in diesem Ausführungsbeispiel jeweils einer Mutter 6, führen. Die Muttern 6 sind jeweils an einer Kardanischen Aufhängung 7 mit jeweils zwei Freiheitsgraden befestigt. Die Kardanischen Aufhängungen 7 wiederum sind einzeln an dem Gestell (auch als Rahmen bezeichnet) befestigt.

[0054] In den in den Fig. 1, 2, 3 dargestellten Ausführungsbeispielen weisen diese Kardanischen Aufhängungen 7 jeweils zwei rotatorische Freiheitsgrade im Gestell auf. Diese Kardanischen Aufhängungen 7 sind jeweils durch zwei ringförmige Elemente verwirklicht, wobei ein äußerer Ring einen inneren Ring aufnimmt und dieser innere Ring im äußeren Ring drehbeweglich um eine Achse des inneren Ringes gelagert ist. Der äußere Ring wiederum ist im Gestell 12 der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung drehbeweglich um eine Achse des äußeren Ringes gelagert. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Achsen des inneren und des äußeren Ringes senkrecht zueinander angeordnet.

[0055] Die Muttern 6 werden relativ zur Kardanischen Aufhängung 7 mittels einzelnen Antriebseinrichtungen drehend bezüglich der Längsachse der Gewindestreben bewegt. Durch eine derartige Drehung der Muttern 6 ändert sich ein Abstand zwischen einem Mittelpunkt der einzelnen Kardanischen Aufhängungen 7 und dem Objekt 2, also im gezeigten Ausführungsbeispiel der Frässpindel.

[0056] Mittels einer derartigen Veränderung eines Abstandes bezüglich aller fünf Gewindestreben 5 kann die Frässpindel 2 in fünf Freiheitsgraden bewegt werden.

[0057] Dementsprechend ist in den Fig. 1, 1a und 3 eine Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung mit fünf Koppelgliedern (Streben) gezeigt, welche ein Gestell mit einem zu positionierenden Objekt 2 verbinden, wobei vier der fünf Streben mit ersten Gelenkanordnungen, welche jeweils zwei Freiheitsgrade aufweisen, und eine Strebe mit einer zweiten Gelenkanordnung, welche einen Freiheitsgrad aufweist, an dem Objektträger 1 angebunden sind. Dabei ist jeweils eine der Gelenkachsen der ersten Gelenkanordnung, koaxial zu der Längsachse des Objektträgers 1 sind. Zudem sind die beiden Gelenkachsen der ersten Gelenkanordnung, welche jeweils zwei Freiheitsgrade aufweisen, schnittpunktfrei zueinander angeordnet.

[0058] Dabei ist in den Fig. 1, 1a und 3 ein Ausführungsbeispiel mit fünf identischen Gelenkkombinationen mit jeweils zwei Freiheitsgraden dargestellt, wobei die identischen Gelenkkombinationen jeweils einen Gelenkring 3, 3a und ein weiteres Gelenk 4 mit einem Freiheitsgrad umfassen, wobei vier der Gelenkkombinationen drehbar um die Längsachse des Objektträgers 1 und eine der Gelenkkombinationen drehfest um die Längsachse des Objektträgers 1 ausgebildet sind.

[0059] Die Forderung nach Modularität ist damit hochgradig erfüllt.

[0060] In den Fig. 2 und 2a ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung zur fünffachen Bewegung und/oder Positionierung eines Objektes gezeigt. In diesem Ausführungsbeispiel ist einer der Gelenkringe 3 aus dem in den Fig. 1 und 1a gezeigten Ausführungsbeispiel, welche den Objektträger 1 drehbeweglich aufnehmen, durch ein Kardanisches Gelenk, in diesem Ausführungsbeispiel ein Kreuzgelenk 8, ersetzt. Die Gelenkachsen dieses Kreuzgelenkes 8 schneiden

sich in einem Gelenkpunkt 9, wobei dieser Gelenkpunkt 9 auf der Längsachse des Objektträgers 1 angeordnet ist. Die Längsachse des Objektträgers 1 stimmt in diesem Ausführungsbeispiel mit der Spindelachse überein.

[0061] Weiterhin weist das in den Fig. 2 und 2a gezeigte Ausführungsbeispiel drei weitere Gelenkringe 3 auf, welche den Objektträger 1 drehbeweglich bezüglich der Längsachse desselben aufnehmen.

[0062] Zudem weist das in den Fig. 2 und 2a gezeigte Ausführungsbeispiel einen Gelenkring 3a auf, der den Objektträger 1 drehfest um die Längsachse desselben abstützt.

[0063] Die weiteren Merkmale des in den Fig. 2 und 2a gezeigten Ausführungsbeispiels entsprechen den Merkmalen des in Zusammenhang mit den Fig. 1 und 1a beschriebenen Ausführungsbeispiels.

[0064] Folglich weist das in den Fig. 2 und 2a gezeigte Ausführungsbeispiel ein Kreuzgelenk 8 mit zwei Freiheitsgraden und sich in einem Gelenkpunkt 9 schneidenden Gelenkachsen auf, wobei dieser Gelenkpunkt 9 auf der Längsachse des Objektträgers 1, angeordnet ist.

[0065] Alle Mischformen zwischen den unterschiedlichen Ausführungsbeispielen, welche in den Fig. 1, bzw. 1a und 2 bzw. 2a gezeigt sind, sind realisierbar. Folglich kann ein Teil der Koppelglieder (Streben) mit ersten Gelenkanordnungen mit getrennten Gelenkachsen, von denen eine die Längsachse des Objektträgers 1 ist, und der entsprechend andere Teil mit ersten Gelenkanordnungen mit sich schneidenden Gelenkachsen, deren Schnittpunkt auf der Längsachse des Objektträgers 1 liegt, mit dem Objektträger 1 verbunden sein.

[0066] Bei allen diesen Mischformen ist eine der Streben über eine zweite Gelenkanordnung mit genau einem Freiheitsgrad mit dem Objektträger verbunden. Die zweite Gelenkanordnung ist also gegenüber den ersten Gelenkanordnungen der übrigen Streben um ein Freiheitsgrad reduziert. Dadurch werden Torsionskräfte des Objektträgers 1 um die Längsachse des Objektträgers 1 als Biege- oder Torsionskräfte ausschließlich auf eben diese Strebe mit der zweiten Gelenkanordnung übertragen.

[0067] Die Anbindung der Streben 5 an dem Gestell 12 erfolgt, wie schon eingangs erläutert, über Kardanische Aufhängungen 7 mit jeweils zwei Freiheitsgraden. In dem in den Fig. 1, 1a, 2, 2a gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Streben 5 als Gewindestripeln 5 ausgebildet, wobei eine Vorschubbewegung der Streben 5 durch Verdrehen der Mutter 6 um die Längsachse der entsprechenden Gewindestripel, realisiert ist. In den weiteren Freiheitsgraden der Kardanischen Aufhängung 7 ist die jeweilige Mutter 6 mit derselben fest verbunden, d. h. die Mutter 6 besitzt relativ zur Kardanischen Aufhängung 7 ausschließlich einen Drehfreiheitsgrad um eine Längsachse der entsprechenden Gewindestripel 5.

[0068] Alternativ zu der Ausbildung der Streben 5 (Koppelglieder) als Gewindestripeln oder gleichzeitig mit einer derartigen Ausbildung, können zwischen den Kardanischen Aufhängungen 7 und den ersten Gelenkanordnungen 3, 4 oder 8 bzw. der zweiten Gelenkanordnung 3a, 4 Hubzylinder (nicht dargestellt) angeordnet werden. In diesem Ausführungsbeispiel ist ein weiterer Freiheitsgrad zur Drehung der Streben um die Strebenachse durch Anordnung eines Antriebes realisiert. Eine Seite der Hubzylinder ist dabei in den Kardanischen Gelenken aufgenommen, die entsprechend weitere Seite ist mit den ersten Gelenkanordnungen bzw. der zweiten Gelenkanordnung verbunden.

[0069] Bei beiden genannten Ausführungsbeispielen der Koppelglieder 5 als Gewindestripel und/oder als Hubzylinder wird ein Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Kardanischen Aufhängungen 7 und der Spindel 2 (dem Objekt)

verändert.

[0070] Die vorliegende Bewegungs- und/oder Positionier-  
vorrichtung ist jedoch nicht auf eine solche Veränderung des  
Abstandes beschränkt. Insbesondere kann bei einem festen  
Abstand zwischen dem Mittelpunkt der einzelnen Kardani-  
schen Aufhängungen 7 und dem Objekt 2 eine Bewegung  
und/oder Positionierung des Objektes 2 über eine Verschie-  
bung der Kardanischen Aufhängung 7 entlang einer steuer-  
baren Achse im Raum realisiert sein. Beispielsweise können  
diese steuerbare Achse jeweils entlang der Längsachse der  
einzelnen Koppelglieder 5 angeordnet werden.

[0071] Der bei der vorliegenden Bewegungs- und/oder  
Positioniervorrichtung nutzbare Arbeitsraum wird einerseits  
durch die Kollisionsbereiche der Streben 5 beschränkt, an-  
dererseits sinkt die Steifigkeit an bestimmten Positionen im  
Arbeitsraum ab. Folglich sind nicht alle Schwenkbewegun-  
gen des Objektes 2 bzw. des Objektträgers 1 erreichbar bzw.  
sollten aufgrund einer geringen Steifigkeit vermieden wer-  
den.

[0072] Der nutzbare Arbeitsraum ist durch Hinzufügen ei-  
ner weiteren (redundanten) Drehachse (auch als Zusatz-  
achse bezeichnet), welche im Maschinentisch 10 angeordnet  
ist, erweiterbar, wodurch eine volle 5-Seiten-Bearbeitung  
des Werkstückes 11 ermöglicht ist. Dabei kann die Dreh-  
achse des Maschinentisches 10 mit der Z-Achse zusammen-  
fallen. Die zusätzliche Achse wirkt dabei im Verbund mit  
der vorstehend beschriebenen Parallelkinematik mit fünf  
Streben.

[0073] Ein derartiges Ausführungsbeispiel mit einem  
drehbaren Maschinentisch 10 ist in Fig. 3 dargestellt. Die  
Spindel 2 ist in der dargestellten Position um rund 90° be-  
züglich der Z-Achse geschwenkt. Eine weitere Schwenkbe-  
wegung in einer zur X,Y-Ebene parallelen Ebene ist nicht  
uneingeschränkt durchführbar, da Kollisionen zwischen den  
Koppelgliedern 5 auftreten würden. Mit dem Maschinen-  
tisch 10 wird die Zugänglichkeit zu dem Werkstück 11 auf  
allen fünf Seiten erreicht. Die hohe Dynamik der Parallel-  
struktur bleibt für lokale Bewegungen uneingeschränkt er-  
halten, wobei der Maschinentisch 10 nicht notwendiger-  
weise eine hohe Dynamik aufweisen muss.

[0074] Eine weitere Vergrößerung des Arbeitsbereiches ist  
durch Integration der gesamten Anordnung in weitere Be-  
wegungsvorrichtungen, insbesondere in sog. Portalanlagen,  
möglich.

[0075] Um NC-Programme mit maximal fünf program-  
mierbaren Achsen auch auf derartigen Bewegungs- und/  
oder Positioniervorrichtungen mit einem Maschinentisch 10  
mit einer weiteren Drehachse ohne Einschränkung anwen-  
den zu können, wird die NC-Steuerung mit einem Pro-  
grammbaustein versehen, welcher die Aufteilung der Pro-  
grammierachsen auf die real vorhandenen sechs Maschinen-  
achsen (Koppelglieder 5 und Drehachse des Maschinenti-  
sches) realisiert. Dazu berechnet die Steuerung zum Zeit-  
punkt der Begrenzung von Beschleunigungs- und Ruckwer-  
ten der Achsen (s. g. Look – Ahead) einen Gütewert (Güte-  
kriterium), in welchen die Maschinensteifigkeit am Arbeits-  
punkt und der Abstand von Kollisionsbereichen einfließen.  
Die redundanten Zusatzachse(n) werden so angesteuert,  
dass dieser Gütewert möglichst groß wird.

[0076] Folglich kann das NC-Programm in fünf Achsen  
erstellt werden, wobei die Steuereinheit aus diesen fünf Pro-  
grammierachsen sechs Maschinenachsen generiert, indem  
in der Steuereinheit ein Gütekriterium berechnet und für  
dieses Gütekriterium ein Extremwert (Minimum oder Maxi-  
mum) bestimmt wird. Damit wird die Position der sechsten  
Achse eindeutig bestimmt. Die Steuereinheit kann also fünf  
Programmierachsen in sechs Maschinenachsen in Echtzeit  
umwandeln, indem diese das zusätzliche Gütekriterium, bei-

spielsweise einen Abstand zu verbotenen Bereichen oder  
eine Steifigkeit der Anordnung, auswerten und den Extrem-  
wert sucht.

[0077] Dabei wird diesen Achsen aber nur ein solcher Ge-  
schwindigkeitsanteil an der Gesamtbewegung zugeordnet,  
dass durch sie nicht die Gesamtgeschwindigkeit reduziert  
werden muss. Folglich wird auch mit einer eventuell langsa-  
mer drehenden Zusatzachse eine volle fünf Seiten Bearbei-  
tung in einer Aufspannung ohne Verlust der dynamischen  
Vorteile der vorliegenden Bewegungs- und/oder Positionier-  
vorrichtung realisiert.

[0078] Die NC-Programme für konventionelle fünf Seiten  
Bearbeitung sind ohne Anpassung auf den kombinierten  
Maschinensystem lauffähig. Es ergibt sich eine Strategie für  
die Steuerung, welche es erlaubt, NC-Programme für fünf  
Achsen (Koppelglieder) auch dann affektiv abarbeiten zu  
können, wenn die Maschine mehr als fünf Achsen (redu-  
dante Achsen) aufweist.

[0079] In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel des (Maschi-  
nen-)Gestells dargestellt. Das Gestell ist als Ikosaeder aus-  
gebildet. Die äußeren Gelenke der Koppelglieder 5, also die  
Kardanischen Gelenke 7, sind jeweils auf einer Fläche des  
Ikosaeder – Grundkörpers angeordnet, wobei der Ikosaeder  
– Grundkörper eine hohe Steifigkeit garantiert.

[0080] Eine entsprechende Auswahl der Ikosaederflächen,  
auf welchen die einzelnen Kardanischen Gelenke 7 ange-  
ordnet werden, hängt von einer gewünschten Anordnung der  
Streben (Koppelglieder) relativ zum Objektträger 1 ab, wo-  
bei die gewünschte Anordnung der Koppelglieder 5 abhän-  
gig vom notwendigen Arbeitsraum und den notwendigen  
Schwenkwinkeln des Objektträgers 1 bestimmt wird.

[0081] Neben der beschriebenen Ausbildung des Gehä-  
usegrundkörpers als Ikosaeder sind auch weitere Vielflächner  
als Gehäusegrundkörper realisierbar.

#### Patentansprüche

1. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung zur  
fünfachsiglen Bewegung und/oder Positionierung eines  
Objektes (2), mit einem Objektträger (1) und fünf Kop-  
pelgliedern (5), welche den Objektträger (1) in einem  
Gestell (12) abstützen, wobei vier der fünf Koppelglie-  
der (5) jeweils mittels einer ersten Gelenkanordnung  
(3, 4 oder 8) mit jeweils zwei Freiheitsgraden und das  
entsprechend weitere der fünf Koppelglieder (5) mit-  
tels einer zweiten Gelenkanordnung (3a,4) mit einem  
Freiheitsgrad mit dem Objektträger (1) verbunden sind.
2. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach  
Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine erste Art an er-  
sten Gelenkanordnungen (3, 4) mit zwei Gelenkachsen,  
wobei eine erste der beiden Gelenkachsen mit einer  
Längsachse des Objektträgers (1) und/oder einer  
Längsachse des Objektes (2) überlagert ist und die bei-  
den Gelenkachsen schnittpunktsfrei zueinander ange-  
ordnet sind.
3. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach  
Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste der  
beiden Gelenkachsen sämtlicher erster Gelenkanord-  
nungen der ersten Art (3, 4) mit der gleichen Längs-  
achse des Objektträgers (1) und/oder des Objektes (2)  
überlagert angeordnet sind.
4. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach  
Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die  
beiden Gelenkachsen der ersten Art an ersten Gelenk-  
anordnungen (3, 4) senkrecht zueinander angeordnet  
sind.
5. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach  
einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

dass die erste Art an ersten Gelenkanordnungen (3, 4) einen Gelenkring (3) aufweist, welcher den Objektträger (1) drehbar um die Längsachse des Objektträgers (1) und/oder um die Längsachse des Objektes (2) abstützt, wobei der Gelenkring (3) mit dem zugehörigen Koppelglied (5) über ein weiteres Gelenk (4) mit einem Freiheitsgrad, insbesondere ein Schamiergeelenk, verbunden ist.

6. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine zweite Art an ersten Gelenkanordnungen mit einem Kardanischen Gelenk (8), insbesondere einem Kreuzgelenk, mit zwei Gelenkachsen, wobei die Gelenkachsen desselben sich in einem Gelenkpunkt schneiden.

7. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Gelenkpunkt der zweiten Art an ersten Gelenkanordnungen auf der Längsachse des Objektträgers (1) und/oder der Längsachse des Objektes (2) angeordnet ist.

8. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vier der fünf Koppelglieder (5) jeweils mittels einer ersten Gelenkanordnung der ersten Art (3, 4) oder jeweils mittels einer ersten Gelenkanordnung der zweiten Art (8) oder mittels ersten Gelenkanordnungen der ersten und der zweiten Art (3, 4 und 8) mit dem Objektträger (1) verbunden sind.

9. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Gelenkanordnung (3a, 4) einen Gelenkring (3a) aufweist, wobei der Gelenkring (3a) den Objektträger (1) drehfest um die Längsachse (Z) des Objektträgers (1) und/oder die Längsachse des Objektes (2) abstützt und mit dem zugehörigen Koppelglied (5) über ein Gelenk (4) mit einem Freiheitsgrad, insbesondere ein Schamiergeelenk, verbunden ist.

10. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Gelenkanordnung (3a, 4) ein Gelenk (4) mit einem Freiheitsgrad, insbesondere ein Schamiergeelenk, aufweist, wobei das Gelenk (4) das zugehörige Koppelglied (5) unmittelbar mit dem Objektträger (1) verbunden ist und denselben drehfest um die Längsachse des Objektträgers (1) abstützt.

11. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des Objektträgers (1) mit der Längsachse des Objektes (2) zusammenfällt.

12. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelglieder (5) jeweils mittels einer Kardanischen Aufhängung (7) mit zwei Freiheitsgraden im Gestell (12) gelagert sind.

13. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstand zwischen den einzelnen Kardanischen Aufhängungen (7) und den ersten Gelenkanordnungen (3, 4 oder 8) und/oder der zweiten Gelenkanordnung (3a, 4) längenveränderlich ausgebildet ist.

14. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelglieder (5) als Gewindespindeln ausgebildet sind, wobei die Gewindespindeln in den einzelnen Kardanischen Aufhängungen (7) jeweils in einer Halteeinrichtung mit Innengewinde (6), insbesondere eine Mutter, drehbeweglich aufgenommen sind, und wobei die Mutter bezüglich einer Längsachse der Gewindespindeln

mittels einer Antriebseinrichtung drehbar ist.

15. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den einzelnen Kardanischen Aufhängungen (7) und den ersten Gelenkanordnungen (3, 4 oder 8) oder der zweiten Gelenkanordnung (3a, 4) jeweils eine längenveränderliche Einrichtungen, insbesondere ein Hubzylinder, angeordnet ist, wobei ein Drehfreiheitsgrad um eine Längsachse der Hubzylinder mittels einer Antriebseinrichtung ermöglicht ist.

16. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstand zwischen den einzelnen Kardanischen Aufhängungen (7) und den ersten Gelenkanordnungen (3, 4 oder 8) oder der zweiten Gelenkanordnung (3a, 4) längenunveränderlich ist, wobei die Kardanischen Aufhängungen (7) jeweils entlang einer Achse im Raum beweglich ausgebildet sind.

17. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung als Bearbeitungsmaschine ausgebildet ist, wobei das Objekt (2) eine Spindel und der Objektträger (1) ein Spindelgehäuse umfasst.

18. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch einen Maschinentisch (10) mit einer weiteren Drehachse, insbesondere zur Aufnahme eines zu bearbeitenden Werkstückes.

19. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse des Maschinentisches (10) der Längsachse des Objektträgers (1) und/oder der Längsachse des Objektes (2) überlagert ist.

20. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, gekennzeichnet durch eine Steuereinheit zur Steuerung der Bewegung und/oder Positionierung des Objektes (2) oder des Objektträgers (1).

21. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch eine programmierbare Steuereinheit, insbesondere eine NC-Steuereinheit.

22. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die NC-Steuereinheit genau fünf Programmierachsen enthält, wobei die NC-Steuereinheit einen Programmbaustein zu einer Erzeugung von sechs Maschinenachsen aus den fünf Programmierachsen aufweist, und wobei die sechs Maschinenachsen den einzelnen Koppelglieder (5) und der Drehachse des Maschinentisches (10) zuordenbar sind.

23. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Programmbausteins der NC-Steuereinheit ein Gütekriterium berechenbar und für das Gütekriterium ein Extremwert bestimmbar ist, wobei mittels des Extremwertes eine Einstellung der Drehachse des Maschinentisches (10) bestimmbar ist.

24. Bewegungs- und/oder Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 23, gekennzeichnet durch ein als Ikosaeder ausgebildetes Gestell (12), wobei die Kardanischen Aufhängungen (7) auf ausgewählten Flächen (13) desselben angeordnet sind.

- Leerseite -



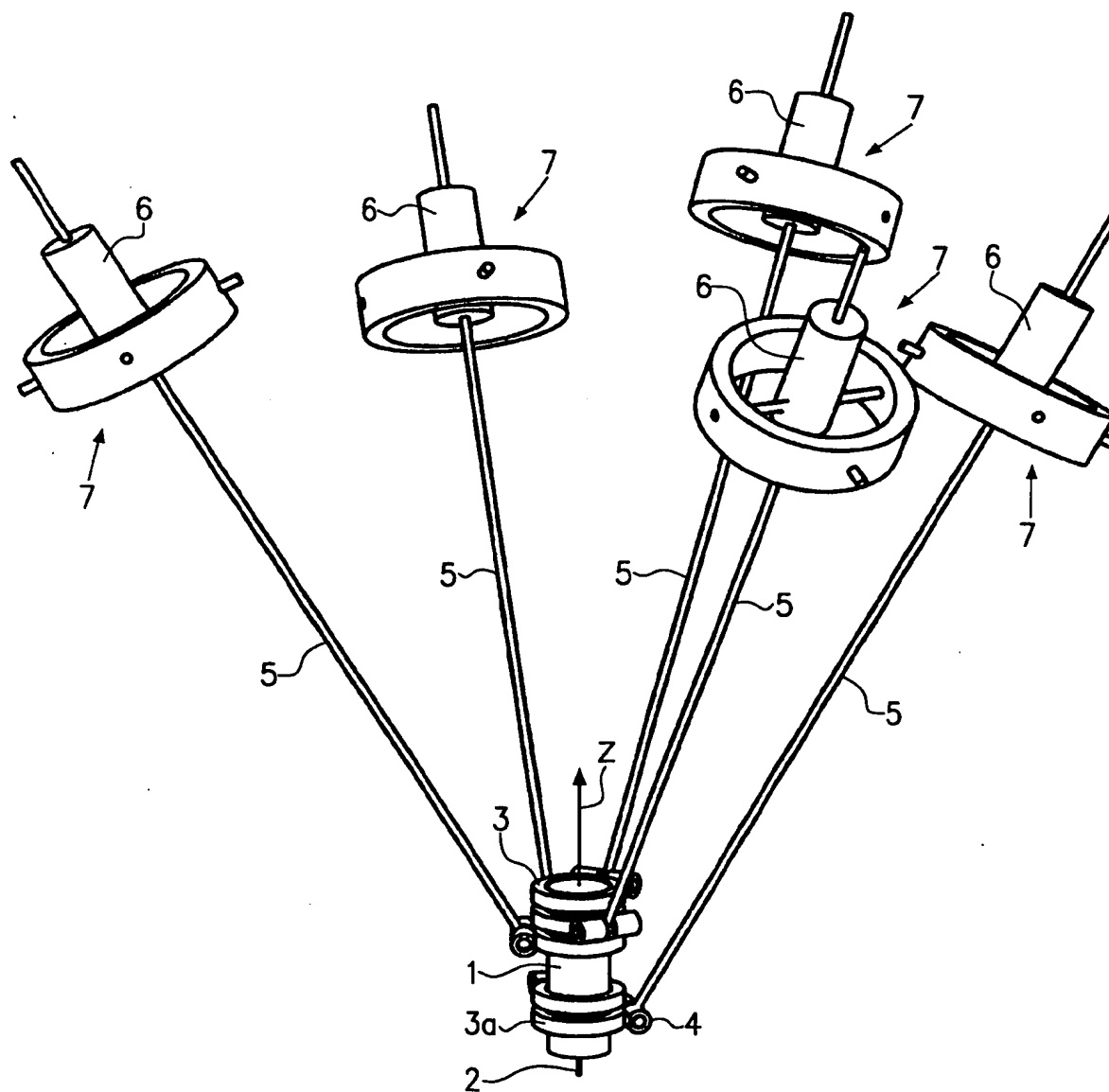


FIG.1

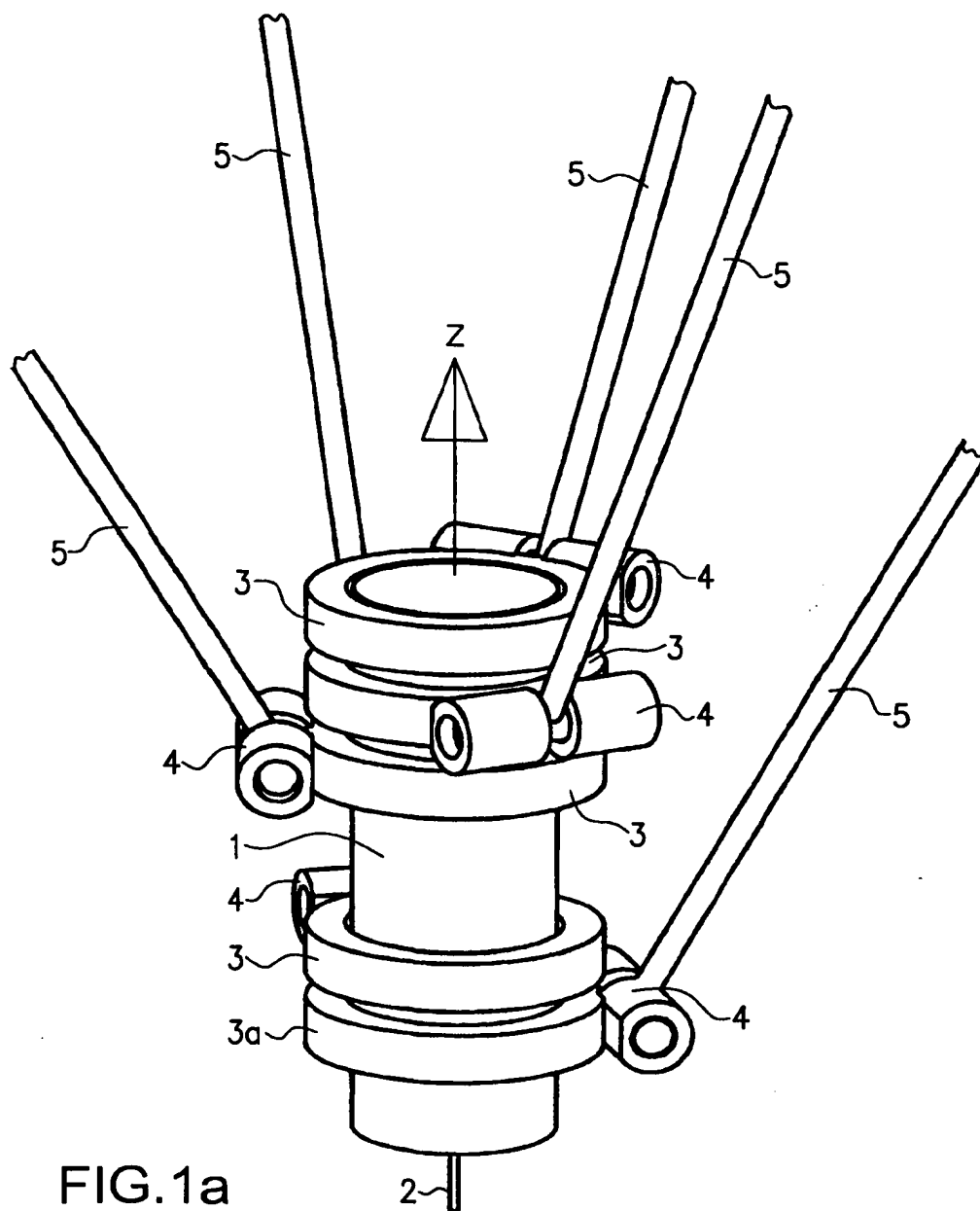


FIG.1a

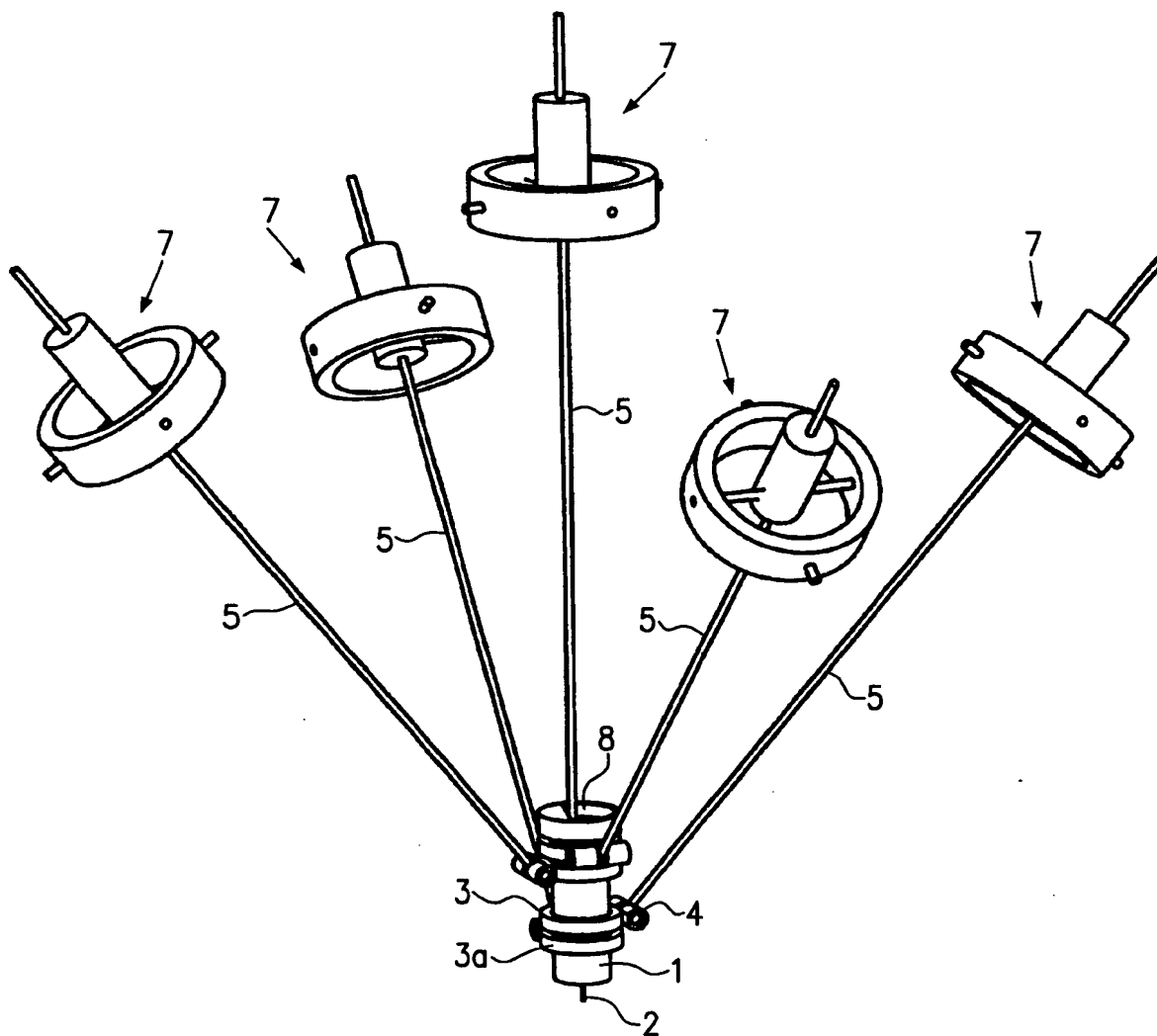
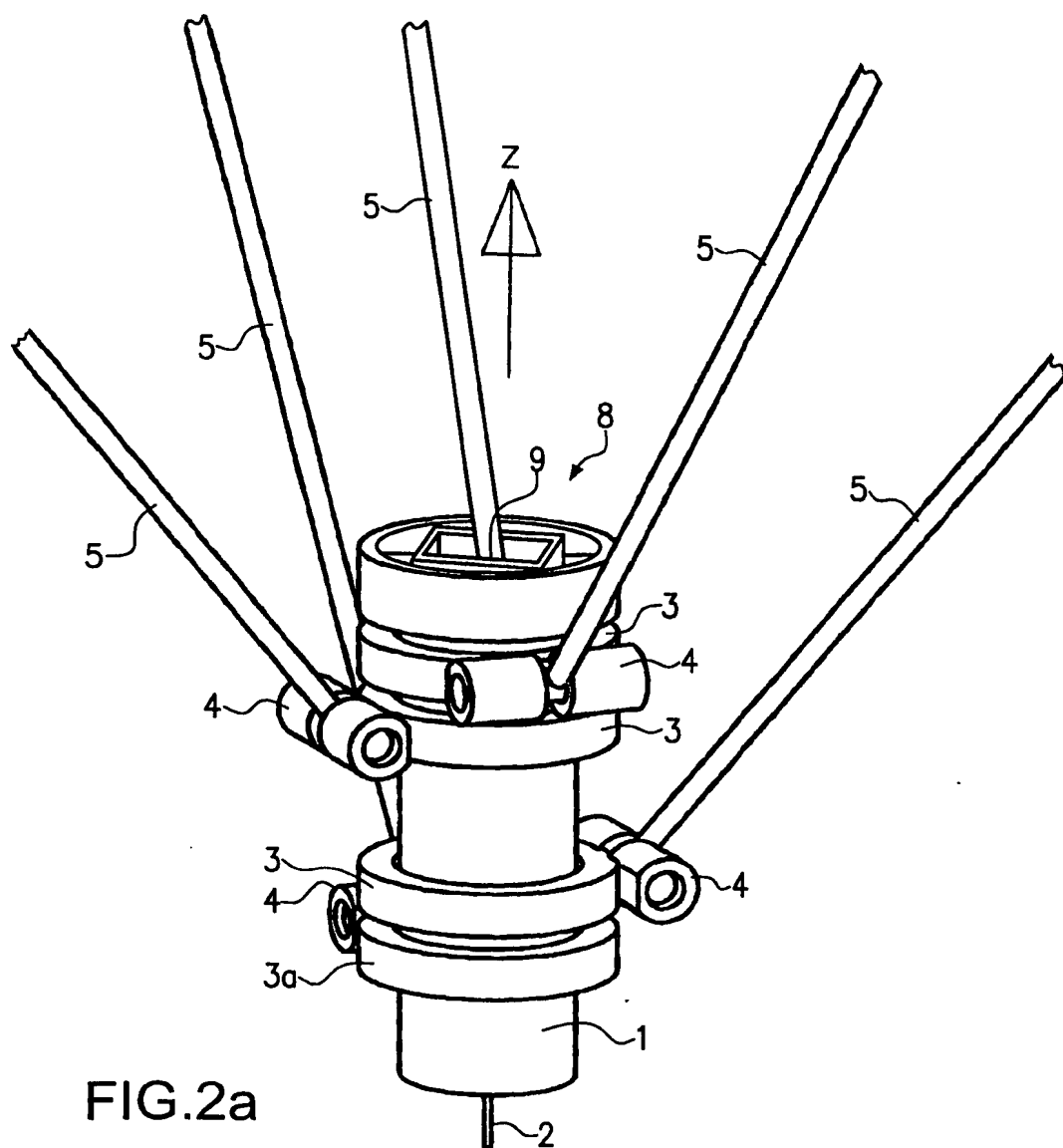


FIG.2



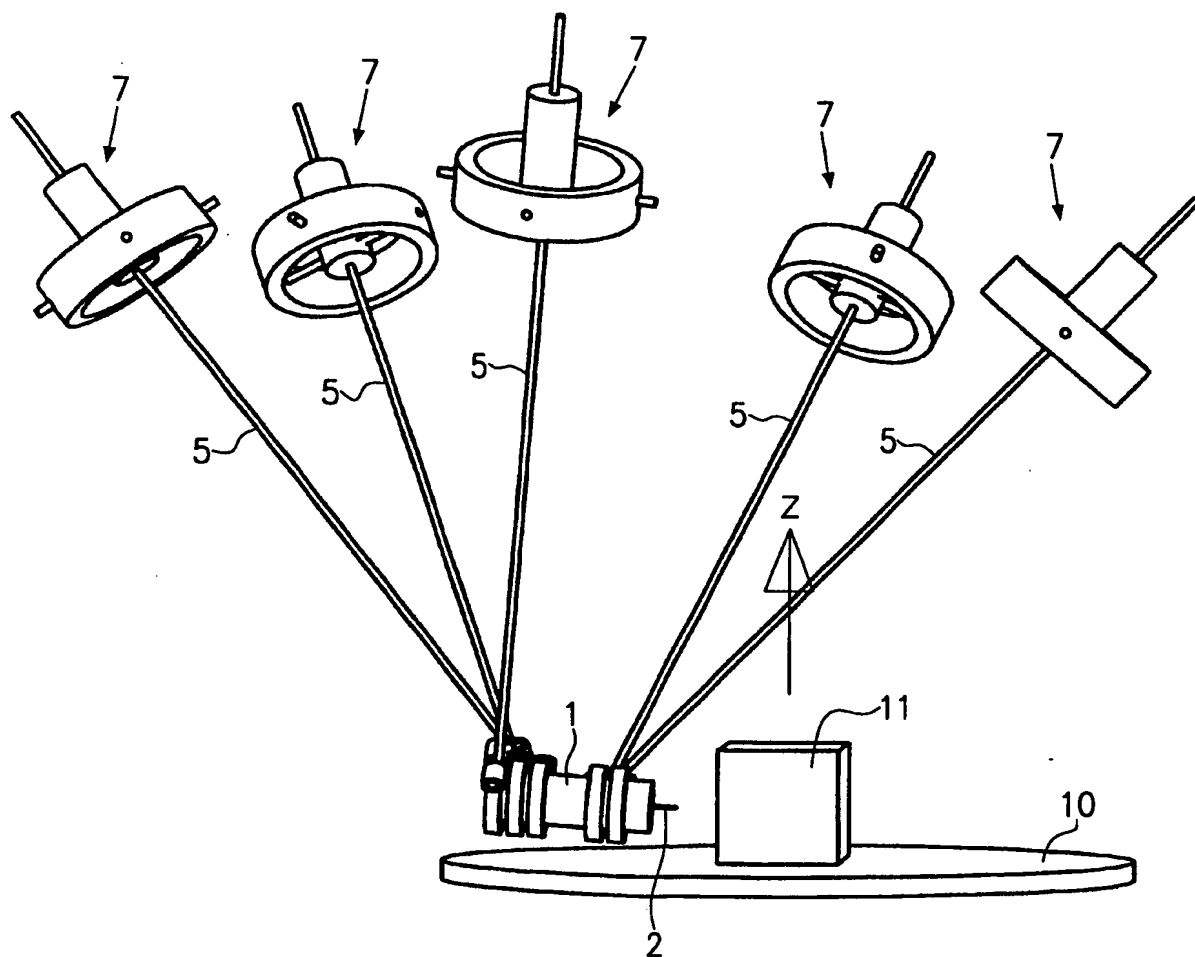
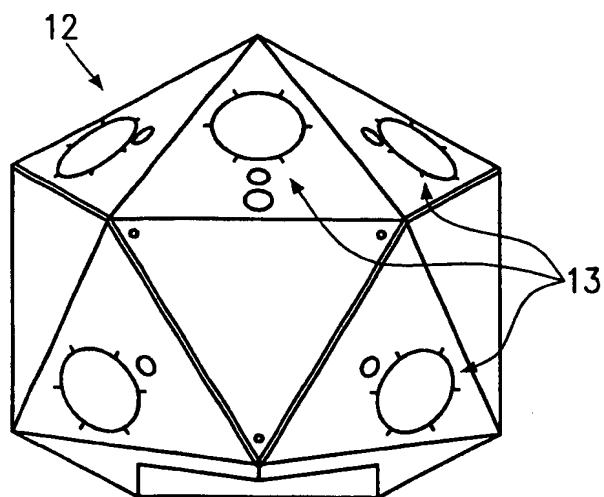
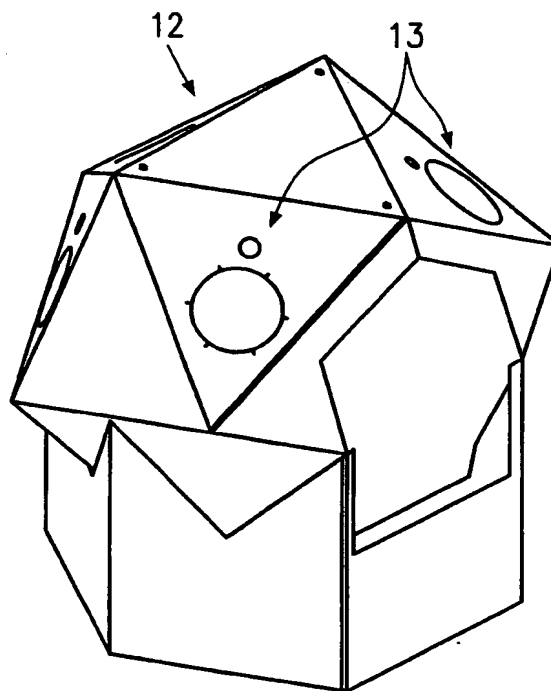


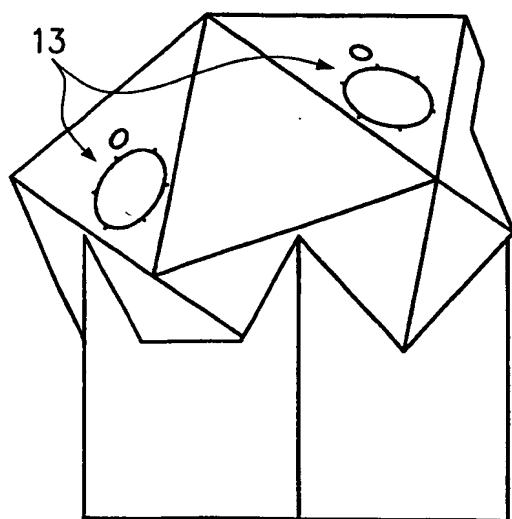
FIG.3



Draufsicht



Seitenansicht



Seitenansicht

FIG.4